

Title	炉内の燃焼・ふく射伝熱とその数値予測に関する研究
Author(s)	吉本, 隆光
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3129064
DOI	10.11501/3129064
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏 名	吉 本 隆 光
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 1 6 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 9 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科産業機械工学専攻
学 位 論 文 名	炉内の燃焼・ふく射伝熱とその数値予測に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 高 城 敏 美 教 授 久 保 司 郎 教 授 中 村 喜 代 次 教 授 辻 裕 教 授 三 好 隆 志 教 授 赤 木 新 介 教 授 香 月 正 司

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、比較的大型の実験炉において、気体燃料を用いた同軸流乱流拡散火炎を形成し、燃料ノズルの形状、旋回、空気比、燃焼量、空気予熱温度、排気再循環率などの影響因子を変えた種々の燃焼条件において、火炎内部の温度および化学種濃度分布等の詳細な測定を行い、同時に炉壁への伝熱量を測定している。これによって炉内での、燃焼特性、NO_x生成・排出特性、火炎から炉壁への伝熱特性とそれらの相互の関連性について明らかにしている。また、炉内の流動と燃焼とともに、ふく射および対流伝熱を含めた数値解析を行い、測定と予測の結果を比較し、数値予測法の検証を行なっている。

本論文は次の6章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景、従来の研究、本研究の目的と概要について述べている。

第2章では、火炎形状や燃焼状態に影響を与える因子として、ノズル形状、予熱温度、空気比、燃焼量、排気再循環率および燃焼空気の旋回の有無に着目し、それらの諸因子が変わった場合の火炎形状の観測や、典型的な火炎におけるガス温度、化学種濃度および速度分布の測定を行い、火炎形状、燃焼状態への諸因子の影響を明確にしている。

第3章では、空気比、燃焼量、旋回などの影響因子を変えた場合について、火炎内部のNO、NO₂濃度ならびに温度分布を測定し、さらに、予熱空気温度、排気再循環率、燃料中の窒素分(Fuel N)の諸因子について、NO_x排出濃度に及ぼす影響を調べ、諸条件でのNO、NO₂の生成・減衰挙動ならびに排出特性を明らかにしている。

第4章では、燃料ノズル形状、燃焼量、予熱温度、空気比、排気再循環率、燃焼空気の旋回の有無などの因子が火炎から炉壁への伝熱量(熱負荷)分布に及ぼす影響を実験的に調べ、燃焼状態と関連づけて、伝熱特性に及ぼす諸因子の影響を明らかにしている。

第5章では、諸量の保存式に基づいた炉内の流動・混合・燃焼の数値予測と合わせて、ガスふく射の非灰色性を考慮した炉壁へのふく射・対流伝熱の数値予測を行っている。ガス温度分布、化学種濃度分布ならびに炉壁への伝熱量分布について、予測結果と実験結果の比較を行い、炉内での現象の理解を深めるとともに、それらの予測法を検証している。また、火炎内のすすが炉内温度分布や、炉壁での受熱量分布に及ぼす影響についても検討し、ガスからのふく射の重要性を示唆している。

第6章は結論であり、本研究で得られた結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

燃焼過程で発生する熱の高効率利用と低 NO_x 燃焼の両立がボイラーや工業炉での重要課題になっている。このためには、火炎から炉壁への伝熱特性や NO_x の生成・排出特性と燃焼状況との関連性を明確にし、また、数値予測を可能とすることが要請されている。

本論文は、比較的大型の実験炉において、気体燃料を用いた同軸流乱流拡散火炎を形成し、種々の燃焼条件において、火炎内部の温度および化学種濃度分布等の詳細な測定を行い、同時に炉壁への伝熱量を測定し、炉内での燃焼特性、 NO_x 生成・排出特性、火炎から炉壁への伝熱特性とそれらの相互の関連性について実験的に明らかにしている。また、炉内の流動と燃焼とともにふく射および対流伝熱を含めた数値解析を行い、測定と予測の結果を比較し、数値予測法の検証を行なっている。

本論文の成果を要約すると、次の通りである。

- (1) ノズル形状、予熱温度、空気比、燃焼量、排気再循環率および燃焼空気の旋回の有無等の影響因子が変わった場合の火炎形状の観測や、典型的な火炎におけるガス温度、化学種濃度、速度分布の測定に基づき、火炎形状や燃焼状態への諸因子の影響を明確にしている。
- (2) 空気比、燃焼量、旋回などの影響因子を変えた場合について、火炎内部の NO 、 NO_2 濃度ならびに温度分布を測定し、さらに、予熱空気温度、排気再循環率、燃料中の窒素分(Fuel N)の諸因子について、 NO_x 排出濃度に及ぼす影響を調べ、諸条件での NO 、 NO_2 の生成・減衰挙動ならびに排出特性を明らかにしている。特に、火炎構造によって NO_x 排出濃度の温度依存性に著しい差異が生じることを指摘している。
- (3) 燃料ノズル形状、燃焼量、予熱温度、空気比、排気再循環率、燃焼空気の旋回の有無などの因子が火炎から炉壁への伝熱量(熱負荷)分布に及ぼす影響を実験的に調べ、燃焼状態と関連づけて、伝熱特性に及ぼす諸因子の影響を明らかにしている。
- (4) 質量、運動量、エネルギー、成分の保存式に基づいた炉内の流動・混合・燃焼の数値予測と合わせて、ガスふく射の非灰色性を考慮した炉壁へのふく射・対流伝熱の数値予測を行っている。ガス温度分布、化学種濃度分布ならびに炉壁への伝熱量分布について、予測結果と実験結果との比較を行い、それらの予測法を検証している。また、火炎内のすすが炉内温度分布や、炉壁での受熱量分布に及ぼす影響についても検討し、ガスふく射の重要性を示している。

以上のように、本論文は、燃焼炉における伝熱特性ならびに NO_x 生成・排出特性と燃焼状態の関連性を炉内の詳細な測定に基づいて明らかにし、また、燃焼とともにガスふく射の非灰色性を考慮した炉壁への伝熱の数値予測を同時に行うことを可能としている。これらの結果は燃焼工学や熱工学の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。